

PCT/CZ2004/000015  
25.03.2004

ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

REC'D 04 MAY 2004

WIPO

PCT

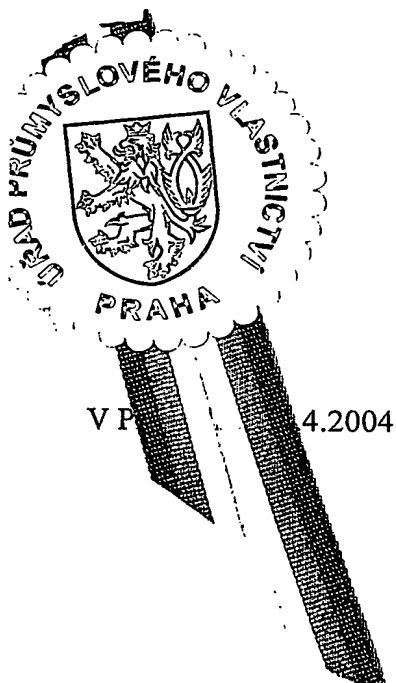
potvrzuje, že  
ŽELEZNÝ Eduard Ing., Praha, CZ  
TOLAROVÁ Simona Dr., Praha, CZ  
ŽELEZNÝ Filip Ing. Phd., Praha, CZ

podal(i) dne 1.4.2003

příhlášku vynálezu značky spisu PV 2003-927

a že připojené přílohy se shodují úplně  
s původně podanými přílohami této přihlášky.

*Schneiderová*  
Za předsedu: Ing. Eva Schneiderová



**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

## ZPŮSOB A ZAŘÍZENÍ PRO PŘEMĚNU TEPELNÉ ENERGIE NA MECHANICKOU

### Oblast techniky

Vynález se týká způsobu přeměny tepelné energie na mechanickou energii změnou objemu, tlaku a teploty pracovního media, zejména plynu, v několika stupních, jakož i zařízení k provádění tohoto způsobu

### Dosavadní stav techniky

Jsou známy způsoby přeměny tepelné energie na mechanickou, při kterých se mění tlak i teplota pracovního media v pracovním prostoru se střídavě se měnícím objemem. Při zmenšujícím se objemu se zvyšuje tlak i teplota, a to jak v důsledku uvedené změny objemu, tak i, zejména v poslední fázi zmenšování objemu, případně v první fázi opětného zvětšování objemu, dodatečným přívodem tepelné energie buď z vnějšku, nebo vývinem tepla, např. spalováním, v mediu uvnitř pracovního prostoru. Při opětném zvětšování objemu tlak, vzniklý předchozím zmenšováním objemu v uzavřeném pracovním prostoru, vykonává, po odečtení ztrát, práci potřebnou pro následné zmenšování objemu, zatímco tlak, vzniklý dodatečným přívodem tepelné energie, vykonává, rovněž po odečtení ztrát, výslednou mechanickou práci. U trvale uzavřeného pracovního prostoru by v důsledku dodatečného přívodu tepelné energie teplota media na konci každého zvětšování objemu a tedy i na začátku následujícího zmenšování objemu byla vždy větší než teplota na začátku předchozího zvětšování objemu, takže při přívodu tepla z vnějšku by teplota media dosáhla teploty, při které je teplo z vnějšku přiváděno, a teplotní rozdíl a tedy i množství přiváděného tepla by byly, bez zřetele na ztráty, nulové. Přívod tepla vývinem v mediu by se u trvale uzavřeného pracovního prostoru zastavil pro nedostatek kyslíku. Proto je nutno pracovní prostor pro odvedení použitého media a přivedení čerstvého na určitou dobu otevřít, a to jak na začátku zmenšování objemu nebo před ním, tak i na konci zvětšování objemu nebo po něm. Pracovní proces změn tlaku a teploty při zmenšování a zvětšování objemu probíhá ve dvou dobách. Pokud jsou k těmto dvou dobám přidány ještě další dvě, tj. zvětšování objemu pro přivedení použitého media a zmen-

šování objemu pro odvedení použitého media, pak se jedná o čtyřdobý proces přeměny tepelné energie na mechanickou; pokud přivádění a odvádění media probíhá na začátku jedné doby, resp. na konci druhé doby, pak se jedná o proces dvoudobý. Všechny tyto pochody probíhají podle známého stavu techniky v jednom pracovním prostoru, vyjimečně rozděleném na dvě části.

### Podstata vynálezu

Způsob přeměny tepelné energie na mechanickou energii změnou objemu, tlaku a teploty pracovního media podle vynálezu je vyznačen tím, že pracovní medium se nasaje do prvního stupně za zvětšování objemu tohoto prvního stupně, načež se za zmenšování objemu prvního stupně převede do druhého stupně za zvětšování jeho objemu, načež se za zmenšování objemu druhého stupně převede třetím stupněm za současného přívodu tepla do čtvrtého stupně za zvětšování objemu tohoto čtvrtého stupně, načež se ze čtvrtého stupně za zmenšování jeho objemu převede do pátého stupně a v tomto pátém stupni se za zvětšování jeho objemu nechá expandovat. Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu je pak uspořádáno tak, že každý stupeň je vytvořen jako nejméně jeden samostatný pracovní prostor, přičemž třetí stupeň je vytvořen jako nejméně jeden pracovní prostor s neproměnlivým objemem, zatímco ostatní stupně jsou vytvořeny jako pracovní prostory s proměnlivým objemem, zejména jako pístové stroje s otočným pístem, a jsou funkčně ve smyslu průchodu pracovního media uspořádány za sebou, a to zčásti před třetím stupněm a zčásti za ním.

Způsob podle vynálezu je dále vyznačen tím, že za zmenšování objemu druhého stupně se pracovní medium převede třetím stupněm za současného zahřívání přímo do pátého stupně, případně, že se při převádění z prvního stupně do druhého stupně pracovní medium ochlazuje. Dalším znakem vynálezu je, že z pátého stupně za zmenšování jeho objemu se pracovní medium za současného ochlázování převede do prvního stupně za zvětšování objemu tohoto prvního stupně. Způsob podle vynálezu lze také upravit tak, že z pátého stupně za jeho zmenšování se pracovní medium pře-

vede ke třetímu stupni a použije pro zahřívací proces, nebo že se pátý stupeň sloučí s prvním stupněm a za zmenšování tohoto sloučeného stupně se pracovní medium, případně za současného ochlazování, převede přímo do druhého stupně za zvětšování tohoto druhého stupně.

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu je dále upraveno tak, že největší objem prvního stupně je větší než největší objem druhého stupně, přičemž největší objem pátého stupně je větší než největší objem čtvrtého stupně a přičemž největší objem pátého stupně je větší nebo stejný jako největší objem prvního stupně. Zařízení podle vynálezu může být dále uspořádáno tak, že pátý stupeň současně tvoří první stupeň. Podle posledního znaku vynálezu je třetí stupeň vytvořen jako spalovací komora a/nebo jako výměník tepla.

#### Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže znázorněn na připojeném výkresu, kde na obr. 1 je znázorněno základní provedení vynálezu, na obr. 2 je znázorněna úprava s chladičem mezi prvním a druhým stupněm, jakož i mezi pátým a prvním stupněm a na obr. 3 je provedení s prvním stupněm sloučeným s pátým stupněm a s chladičem mezi pátým a druhým stupněm.

#### Příklad provedení vynálezu

Pracovní medium se přivede do prvního stupně 1 (obr. 1) za zvětšování objemu tohoto prvního stupně 1, načež se za zmenšování objemu prvního stupně 1 převede do druhého stupně 2 za zvětšování jeho objemu. Pak se za zmenšování objemu druhého stupně 2 převede do třetího stupně 3. Při průchodu třetím stupněm 3 se do pracovního media přivede teplo buď zevnitř, spalováním paliva v pracovním mediu, nebo zvenku ohřevem třetího stupně, např. vnějším spalováním. Z třetího stupně 3 se pracovní medium převádí do čtvrtého stupně 4, jehož objem se současně zvětšuje, načež se ze čtvrtého stupně 4 za zmenšování jeho objemu převede do pátého stup-

ně 5. V tomto pátém stupni 5 se za zvětšování jeho objemu nechá pracovní medium expandovat. Po expanzi se pracovní medium za zmenšování objemu pátého stupně 5 buď vyvede ven, nebo zpět do prvního stupně 1. Při použití vzduchu jako pracovního media a vnějšího spalování jako způsobu přívodu tepla do třetího stupně, je výhodné použít expandovaný, ale horký vzduch pro vnější spalování. Způsob podle vynálezu tedy představuje pětidobý termodynamický cyklus.

V některých případech může být vhodné vypustit čtvrtý stupeň 4 a medium převést přímo do pátého stupně a zde ho nechat expandovat

Je výhodné, jestliže se při převádění z prvního stupně 1 do druhého stupně 2 pracovní medium ochlazuje v mezistupňovém chladiči 6 (obr. 2). Při uzavřeném oběhu, při kterém se pracovní medium z pátého stupně 5 vede opět do prvního stupně 1, je výhodné mezi pátý a první stupeň vložit další mezistupňový chladič 7.

V některých případech je výhodné, podle dalšího provedení vynálezu, sloučit pátý a první stupeň do sloučeného stupně 51 a pracovní medium, expandované při zvětšování objemu sloučeného stupně 51, převést, při opětném zmenšování objemu tohoto sloučeného stupně, do druhého stupně 2 při současném zvětšování tohoto druhého stupně, a to případně přes sloučený mezistupňový chladič 76. V tomto případě je základní pětidobý termodynamický cyklus upraven na cyklus třídobý.

Zařízení k provádění popsaného způsobu přeměny tepelné energie na mechanickou je podle vynálezu uspořádáno tak, že třetí stupeň 3 je vytvořen jako nejméně jeden pracovní prostor s neproměnlivým objemem, zatímco ostatní stupně 1, 2, 4, 5, 51 jsou vytvořeny jako pracovní prostory s proměnlivým objemem. Je výhodné, aby všechny stupně, s výjimkou třetího stupně, byly provedeny jako pístové stroje s otočným pístem, kde při otáčení pístu se nad každou plochou, spojující jeho vrcholové hrany, cyklicky zvětšuje a zmenšuje objem prostoru vymezeného touto plochou a přilehlou vnitřní plochou válce, ve kterém se píst otáčí. Přitom největší objem prvního stupně 1 je větší než největší objem druhého stupně 2, dále největší objem pátého stupně 5 je větší než největší objem čtvrtého stupně 4 a největší objem pátého stupně 5 je větší nebo stejný jako největší objem prvního stupně 1. Největší objem sloučeného stupně

5<sub>1</sub> je větší než největší objem čtvrtého stupně 4 i než největší objem druhého stupně 2. Třetí stupeň 3 je vytvořen jako spalovací komora a/nebo jako výměník tepla.

Pracovní medium se nejdříve přivede, např. sáním, do zvětšujícího se objemu prvního stupně 1. Po dosažení maxima se objem tohoto stupně začíná zmenšovat a pracovní medium se vytlačuje do zvětšujícího se objemu druhého stupně 2. Protože největší objem druhého stupně 2 je několikanásobně menší než největší objem prvního stupně 1, změní se stav pracovního media tak, že po jeho přesunutí z prvního stupně 1 do druhého stupně 2 má toto medium vyšší tlak i vyšší teplotu. Pokud není přílišné zvýšení teploty žádoucí, je možné mezi oba stupně vložit mezistupňový chladič 6, jak je to znázorněno na obr. 2. Při opětovném zmenšování objemu druhého stupně 2 je pracovní medium z něj převáděno přes třetí stupeň 3 do čtvrtého stupně 4 se zvětšujícím se objemem. Ve třetím stupni 3 se do pracovního media přivádí teplo buď vnějším ohřevem, kdy tento stupeň je vytvořen jako výměník tepla, nebo vnitřním spalováním obdobně jako u spalovacích komor turbin, avšak s podstatně vyššími tlaky. Protože největší objem čtvrtého stupně 4 je zpravidla roven největšímu objemu druhého stupně 2, bude mít pracovní medium v konečném stavu ve čtvrtém stupni 4 po ohřátí ve třetím stupni 3 vyšší tlak i teplotu oproti počátečnímu stavu ve druhém stupni. Ze zmenšujícího se objemu čtvrtého stupně 4 pak pracovní medium expanduje do zvětšujícího se objemu pátého stupně 5, kde vykonává práci. Je ovšem možné upravit zařízení podle vynálezu tak, že největší objem čtvrtého stupně 4 je větší než největší objem druhého stupně 2, takže mezi oběma stupni bude docházet k částečné, izobarické až izotermické expanzi a způsob podle vynálezu se bude přibližovat způsobu podle Carnota. V extrémním případě je možno čtvrtý stupeň zcela vyloučit a nechat pracovní medium ze druhého stupně 2 za ohřívání ve třetím stupni 3 expandovat přímo do pátého stupně 5.

Třetí stupeň má nenulový objem, takže, pokud není do něj teplo přiváděno, dojde na začátku převádění pracovního media k částečné expanzi a po převedení třetím stupněm bude mít pracovní medium ve čtvrtém stupni nižší tlak i teplotu než ve druhém stupni. V důsledku tohoto nižšího tlaku však čtvrtý stupeň odebere ze třetího

stupně úměrně méně váhového množství pracovního media, než bylo do třetího stupně převedeno ze stupně druhého a zbylé množství vytvoří, příp. zvýší zbytkový tlak ve třetím stupni. Podle velikosti třetího stupně takto i bez přívodu tepla se ve třetím stupni velmi rychle zvýší tlak natolik, že již k expanzi při převádění pracovního media z druhého do čtvrtého stupně přes třetí stupeň nedojde a teplo je možno přivádět za tlaku daného stlačením pracovního media z prvního stupně do stupně druhého. Proto je možno dimensovat třetí stupeň jak jako spalovací komoru s malou vnější plochou, aby nedocházelo ke zbytečnému úniku tepla, tak i jako výměník s velkou plochou, aby bylo možno přivádět co nejvíce tepla.

Aby bylo možno přivádět co nejvíce tepla ve třetím stupni a zmenšit práci vynaloženou na kompresní fázi oběhu, je třeba pokud možno snižovat teplotu při převádění z prvního do druhého stupně. To je podle vynálezu umožněno tím, že mezi první stupeň 1 a druhý stupeň 2 je vložen mezistupňový chladič 6. Při uzavřeném oběhu, kdy pracovní medium je vedeno z pátého stupně 5 zpět do prvního stupně 1, je vhodné mezi oba tyto stupně vložit další mezistupňový chladič 7.

Při uspořádání podle vynálezu je možno nezávisle na velikosti kompresního poměru zvolit velikost expanzního poměru, takže je možno stlačené a ohřáté pracovní medium nechat expandovat až na tlak okolního prostředí, čímž se dosáhne dobré účinnosti oběhu. Při dané velikosti expanzního poměru je tlak na konci expanze dán tlakem na jejím začátku a proto může při menším přívodu tepla tlak na konci expanze klesnout pod tlak okolního prostředí. Pokud by tento jev nebyl žádoucí, je možno použít dalšího znaku vynálezu, tj. přísávání pracovního media na konci expanze sacím ventilem 8.

Pracovní oběh realizovaný způsobem i zařízením podle vynálezu je tedy oběhem pětiodobým.

Při určité velikosti expanzního poměru v pátém stupni 5, tj. poměru mezi největšími objemy pátého a čtvrtého stupně, klesne na konci expanze nejen tlak, ale i teplota na hodnotu blízkou okolnímu prostředí. Proto při uzavřeném oběhu a při vnějším ohřívání pracovního media ve třetím stupni 3 je možno podle dalšího znaku vynálezu sloučit

pátý stupeň 5 s prvním stupněm 1 (obr. 3) a pracovní medium vést po expanzi, výhodně přes mezistupňový chladič 76, ze sloučeného stupně 51 do druhého stupně 2 za současného stlačování. I v tomto případě je vhodné opatřit sloučený stupeň 51 sacím ventilem 8.

V rámci vynálezu je tedy možno základní pětidobý oběh upravit v některých případech na oběh třídobý.

#### Průmyslová využitelnost

Vynález jak podle příkladů provedení, tak i v dalších provedeních vyplývajících z patentových nároků je ve srovnání se známými tepelnými motory, zejména s čtyřdobým oběhem, výhodnější tím, že umožňuje vyšší pracovní tlaky a teploty než motory turbinové, delší dobu ohřívání stlačeného pracovního media a nižší tlaky a teploty na konci expanze než dosud známé motory pístové. Výsledkem je vyšší účinnost oběhu a při ohřívání pracovního media vnitřním nebo vnějším spalováním také nižší hluk a nižší emise oxidů uhlíku i dusíku. Vynález je také možno výhodně použít pro přeměnu sluneční energie na energii mechanickou.



## PATENTOVÉ NÁROKY

- 1) Způsob přeměny tepelné energie na mechanickou energii změnou objemu, tlaku a teploty pracovního media, zejména plynu, v několika stupních, v y z n a č e n ý tím, že pracovní medium se nasaje do prvního stupně za zvětšování objemu tohoto prvního stupně, načež se za zmenšování objemu prvního stupně převede do druhého stupně za zvětšování jeho objemu, načež se za zmenšování objemu druhého stupně převede třetím stupněm za současného přívodu tepla do čtvrtého stupně za zvětšování objemu tohoto čtvrtého stupně, načež se ze čtvrtého stupně za zmenšování jeho objemu převede do pátého stupně a v tomto pátém stupni se za zvětšování jeho objemu nechá expandovat .
- 2) Způsob podle bodu 1 v y z n a č e n ý tím, že za zmenšování objemu druhého stupně se pracovní medium převede třetím stupněm za současného zahřívání přímo do pátého stupně.
- 3) Způsob podle bodu 1 nebo 2 v y z n a č e n ý tím, že při převádění z prvního stupně do druhého stupně se pracovní medium ochlazuje.
- 4) Způsob podle bodů 1 až 3 v y z n a č e n ý tím, že z pátého stupně za zmenšování jeho objemu se pracovní medium za současného ochlazování převede do prvního stupně za zvětšování objemu tohoto prvního stupně.
- 5) Způsob podle bodů 1 až 3 v y z n a č e n ý tím, že z pátého stupně za jeho zmenšování se pracovní medium převede ke třetímu stupni a použije pro zahřívací proces.
- 6) Způsob podle bodu 1 v y z n a č e n ý tím, že z pátého stupně za jeho zmenšování se pracovní medium, případně za současného ochlazování, převede přímo do druhého stupně za zvětšování tohoto druhého stupně.
- 7) Zařízení k provádění způsobu podle bodů 1 až 6 v y z n a č e n é tím, že třetí stupeň (3) je vytvořen jako nejméně jeden pracovní prostor s neproměnlivým objemem, zatímco ostatní stupně (1,2,4,5) jsou vytvořeny jako pracovní prostory

s proměnlivým objemem, zejména jako pístové stroje s otočným pístem, a jsou funkčně ve smyslu průchodu pracovního media uspořádány za sebou, a to zčásti před třetím stupněm (3) a zčásti za ním.

8) Zařízení podle bodu 7 v y z n a č e n é tím, že největší objem prvního stupně (1) je větší než největší objem druhého stupně (2), přičemž největší objem pátého stupně (5) je větší než největší objem čtvrtého stupně (4) a přičemž největší objem pátého stupně (5) je větší nebo stejný jako největší objem prvního stupně (1).

9) Zařízení podle bodů 7 a 8 v y z n a č e n é tím, že pátý stupeň (5) je sloučen s prvním stupněm (1).

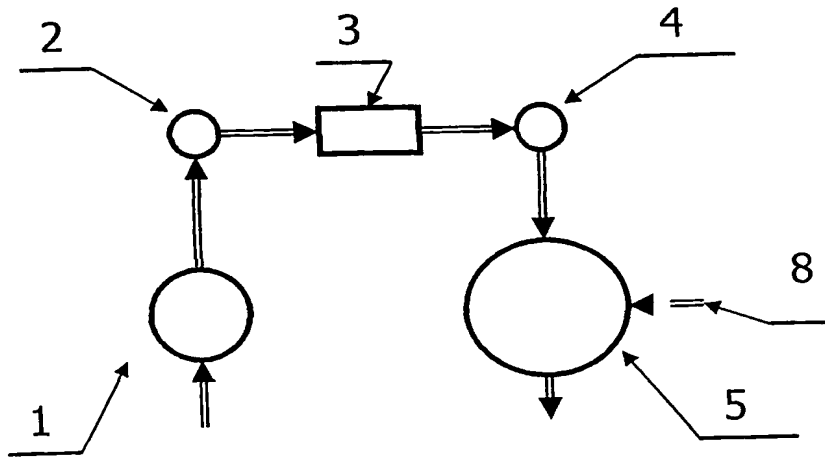
10) Zařízení podle bodů 7 až 9 v y z n a č e n é tím, že třetí stupeň (3) je vytvořen jako spalovací komora a/nebo jako výměník tepla.

11) Zařízení podle bodů 7 až 10 v y z n a č e n é tím, že pátý stupeň (5) je opatřen sacím ventilem (8).

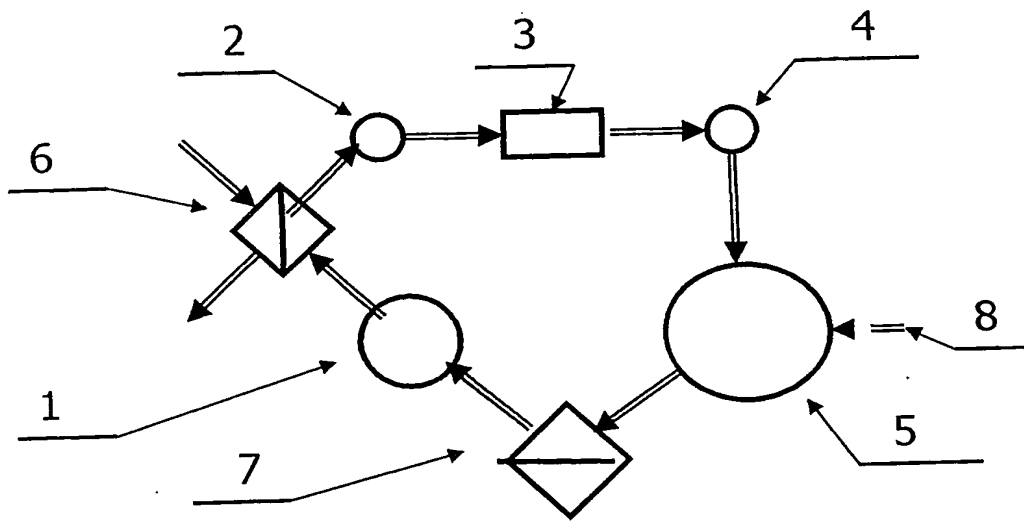
12) Zařízení podle bodů 7 až 11 v y z n a č e n é tím, že mezi prvním stupněm (1) a druhým stupněm (2) a mezi pátým stupněm (5) a prvním stupněm (1) je uspořádán mezistupňový chladič (6,7), jakož i mezi sloučeným stupněm (51) a druhým stupněm (2) sloučený mezistupňový chladič (76).

Anotace

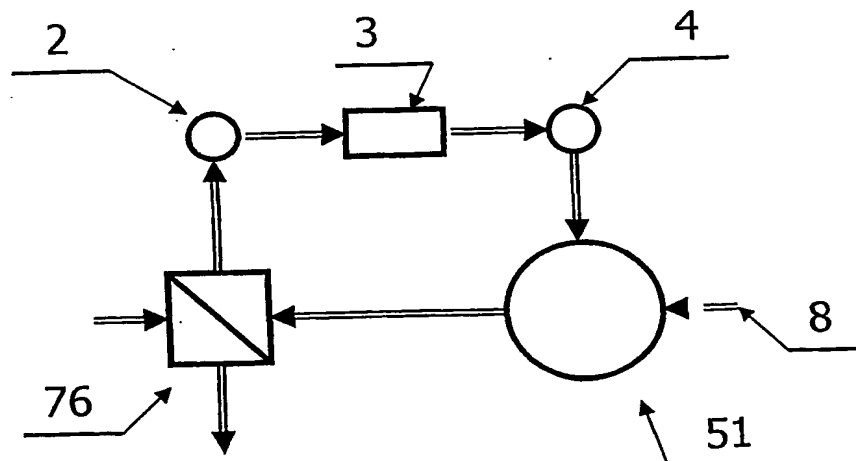
Vynálezem je způsob přeměny tepelné energie na mechanickou energii změnou objemu, tlaku a teploty pracovního media, podle něhož se pracovní medium nasaje do prvního stupně (1) za zvětšování objemu tohoto prvního stupně (1), načež se za zmenšování objemu prvního stupně (1) převede do druhého stupně (2) za zvětšování jeho objemu, načež se za zmenšování objemu druhého stupně (2) převede třetím stupněm (3) za současného přívodu tepla do čtvrtého stupně (4) za zvětšování objemu tohoto čtvrtého stupně (4), načež se ze čtvrtého stupně (4) za zmenšování jeho objemu převede do pátého stupně (5) a v tomto pátém stupni (5) se za zvětšování jeho objemu nechá expandovat. Způsobem podle vynálezu je takto vytvořen pětidobý termodynamický cyklus.. Vynálezem je dále zařízení k provádění tohoto způsobu.



OBR. 1



OBR. 2



OBR. 3

